# Über periodische Athmungs- und Blutdruckschwankungen.

Von Prof. Dr. **Philipp Knoll.**

(Mit 4 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 3. December 1885.)

Bekanntlich hat Traube in einer im Jahre 1865 erschienenen Mittheilung über periodische Thätigkeitsäusserungen des vasomotorischen und Hemmungscentrums [1] zuerst auf die rhythmischen Schwankungen des Blutdruckes aufmerksam gemacht, die beim Aussetzen der künstlichen Lüftung an durch Curare bewegungslos gemachten Hunden auftreten.

Hering hat solche wellenförmige Schwankungen des Blutdruckes auch bei curarisirten Katzen und Kaninchen gesehen, und zwar bei allen drei Thierarten nicht bloss beim Aussetzen der künstlichen Lüftung, sondern auch bei einer nur eine mässige Dyspnoe erzeugenden Einschränkung derselben, in welchem Falle sie auch bei gleichbleibendem Mitteldruck in den Arterien anhaltend sichtbar waren.

Auf Grund eingehender Erörterung aller Erscheinungen und der Ergebnisse besonderer Versuche schloss er sich der Ansicht Traube's an, dass diese Schwankungen des Blutdruckes durch rhythmische Erregung der Gefässnerven bedingt seien, und suchte den Anstoss für diese Erregung in der periodischen Thätigkeit des respiratorischen Nervensystems. Er bezeichnete darum auch die fragliche Kreislaufserscheinung geradezu als Athembewegungen des Gefässsystems. [2]

---

[1] Gesammelte Beiträge zur Pathologie und Physiologie. Berlin 1871, p. 387.

[2] Über den Einfluss der Athembewegungen auf den Kreislauf. Erste Mittheilung. Über Athembewegungen des Gefässsystems. Sitzber. der Wiener Akademie. 60. Bd., II. Abth., Dec. Heft. 1869.

Eine andere Ansicht über die Grundbedingung der Periodicität jener seither unter dem Namen der Traube'schen Wellen bekannten Blutdruckschwankungen vertreten Latschenberger und Deahna. Nach ihnen gehen von jedem Bezirk des Blutgefässsystems elevirende und deprimirende Fasern zu den vasomotorischen Centren, in denen den letzteren beständig Erregungen zufliessen. „Erhöhung des Druckes in den Gefässen hat sofort Erregung der deprimirenden Fasern und Herabsetzung des Druckes zur Folge und umgekehrt. Bald überwiegen die elevirenden Fasern, dadurch wird der Blutdruck erhöht; dies hat reflectorisch wieder Erregung der deprimirenden Fasern zur Folge, dadurch entstehen Schwankungen, und dies sind die Wellen dritter Art“ [1] (Traube'sche Wellen). Darnach hätte man also als die Grundbedingung der durch Dyspnoe hervorgerufenen Traube'schen Wellen eine anhaltende Erregung der elevirenden Fasern durch das dyspnoische Blut anzusehen. Die Erregung der deprimirenden Fasern, welche eintreten soll, sobald der Blutdruck in den Arterien eine gewisse Höhe erreicht hat, würde dann einen periodischen Nachlass der Drucksteigerung bedingen.

Ausser den Traube'schen Wellen führen aber Latschenberger und Deahna noch eine andere Art von Wellen auf der Blutdruckcurve von curarisirten Kaninchen an, die weit regelmässiger seien, als jene und von ihnen Reizwellen genannt werden. Wenn auch die eigentliche Ursache dieser scheinbar spontan auftretenden Wellen, die bei unvollständig curarisirten Thieren von einzelnen Muskelzuckungen begleitet seien, nicht bekannt sei, so sei man doch berechtigt, die Vermuthung auszusprechen, dass denselben den Centren zufliessende Reize zu Grunde liegen, weil sie vollständig den bei centraler elektrischer oder mechanischer Reizung sensibler Nerven erhaltenen wellenförmigen Steigerungen des Blutdrückes gleichen (l. c. p. 171 ff.).

Cyon, [2] der den Traube'schen Wellen gleichende Schwankungen des Blutdruckes bei selbständig athmenden Kaninchen gesehen hat, die er geradezu mit den Traube'schen Wellen

---

[1] Beiträge zur Lehre von der reflectorischen Erregung der Gefässmuskeln. Pflüger's Archiv. B. 12, p. 200.

[2] Zur Physiologie des Gefässnervencentrums. Pflüger's Archiv. B. 9.

identificirt, fasst dieselben als spontane rhythmische Erregungsschwankungen auf, die durch Reizung der im Gehirn und in der Peripherie gelegenen vasomotorischen Centra durch Sauerstoffarmuth und Kohlensäurereichthum des Blutes bedingt seien, und während der Apnoe in Folge des Ausfalls dieser Reizung des Gefässnervensystems verschwinden.

S. Mayer, der die von Cyon beobachteten wellenförmigen Schwankungen des Blutdruckes bei spontan athmenden Kaninchen sehr eingehend studirt und sorgfältig beschrieben hat,[1] wies nach, dass dieselben auch bei Thieren vorkommen, bei denen Sauerstoffarmuth oder Kohlensäurereichthum des Blutes durchaus nicht angenommen werden kann, und dass dieselben unbedingt auf die Intervention des cerebralen Centrums für die Gefässinnervation angewiesen sind". Als Grundursache dieser rhythmischen Blutdruckschwankungen bei spontan athmenden Thieren sieht er, wie Hering dies hinsichtlich der Traube'schen Wellen (bei curarisirten Thieren) gethan hat, vom Athemcentrum aus dem vasomotorischen Nervensystem zufliessende Impulse an, und da diese Schwankungen weit seltener auftreten als die Athembewegungen, so kömmt er zu der Ansicht, dass „zwischen das Athemcentrum und den peripherischen gefässbewegenden Apparat ein Centrum eingeschaltet sei, welches in tonischer Erregung sich befindet; diese tonische Erregung kann in ihrer Intensität vom Athemcentrum her in der Weise beeinflusst werden, dass bei normaler Action des letzteren sich erst mehrere von dort kommende Innervationen summiren müssen, um gleichsam eine Entladung des Centrums für die Gefässinnervation hervorzurufen" (l. c. p. 17 des Sep. Abd.). Demnach wendet er sich auch gegen die oben angeführte Ansicht von Latschenberger und Deahna, der zufolge sämmtliche nicht durch Dyspnoe hervorgerufene wellenförmige, scheinbar spontane Blutdruckschwankungen auf reflectorische Erregung des vasomotorischen Centrums zurückzuführen seien, gibt aber die Möglichkeit zu, „dass stetig wirkende, wie immer eingeleitete, sensible Reize hie und da zu einer

[1] Studien zur Physiologie des Herzens und der Blutgefässe. Fünfte Abhandlung. Über spontane Blutdruckschwankungen. Sitzber. der Wiener Akademie. B. 74. III. Abth., October-Heft. 1876.

periodisch auftretenden Innervation der Gefässnerven Anlass geben können" (l. c. p. 20 des Sep. Abd.).

In der angeführten Mittheilung beschreibt S. Mayer ausserdem, wie er angibt im Wesentlichen nach den Ermittelungen Hering's, an curarisirten, künstlich ventilirten Thieren, bei denen eine bedeutende Verlangsamung der Herzaction und eine im Verhältnisse zur Pulszahl sehr hohe Frequenz der Einblasungen besteht, periodische Schwankungen des Blutdruckes, die durch Interferenz der durch jeden Herzschlag hervorgerufenen Druckwelle mit den durch den mechanischen Einfluss der künstlichen Lufteinblasungen bedingten Wellen des Blutdruckes veranlasst sind.[1]

Nach den Mittheilungen der genannten Autoren hätten wir also vier Arten von periodischen wellenförmigen Schwankungen des Blutdruckes zu unterscheiden:

1. Die durch Dyspnoe hervorgerufenen Traube'schen Wellen bei curarisirten Thieren, als deren Grundbedingung Hering vom Athmungscentrum dem vasomotorischen Centrum periodisch zufliessende Erregungen ansieht.

2. Die spontanen Blutdruckschwankungen bei selbstständig athmenden Thieren, deren Grundursache S. Mayer gleichfalls in vom Athemcentrum dem vasomotorischen Centrum zukommenden Impulsen sucht.

3. Die Reizwellen Latschenberger's und Deahna's, die bei nicht dyspnoischen curarisirten Thieren auftreten, und von diesen Autoren als reflectorische angesehen werden.

4. Die Schwankungen durch Interferenz.

Bei meinen Versuchen über Athmungsinnervation wurde ich darauf aufmerksam, dass die zweite Art der periodischen Blutdruckschwankungen gewöhnlich mit periodischen Veränderungen in der Frequenz und Tiefe der Athmung einhergeht. Diese Beobachtung, auf die ich bereits in meinem fünften Beitrage zur Lehre von der Innervation der Athembewegungen[2] hingewiesen habe,

---

[1] Zur Vervollständigung der von S. Mayer gegebenen Beschreibung dieser Schwankungen durch Interferenz will ich hier anführen, dass man auch bei gleichbleibendem Rhythmus der Blasungen manchmal eine durch Wechsel in der Frequenz der Herzschläge bedingte Veränderung in der Länge der Wellen beobachten kann. (Taf. III, Fig. 6.)

[2] Athmung bei Erregung sensibler Nerven. Sitzber. der Wiener Akademie. 92. Bd., III. Abth., Juli Heft, 1885, p. 4—5.

bildete für mich den Ausgangspunkt zu einem eingehenderen Studium der bei spontan athmenden oder curarisirten Thieren auftretenden periodischen Blutdruckschwankungen und im weiteren Verlaufe auch des Einflusses sensibler Reizungen auf den Blutdruck. Das Resultat dieses Studiums ist in den nachfolgenden Blättern zusammengefasst.

Die Beobachtungen wurden durchwegs an Kaninchen angestellt. Die Verzeichnung der spontanen Athmung geschah mittels des von mir in meiner ersten Mittheilung zur Lehre von der Innervation der Athembewegungen beschriebenen geschlossenen Luftraumes, wobei jede Behinderung der Athmung vermieden, und für eine häufige, rasche und gründliche Erneuerung der Einathmungsluft leicht gesorgt werden kann. Ich habe mich zudem oft durch Vergleich der Blutdruckcurve während der Athmung der Versuchsthiere aus der freien Atmosphäre mit jener bei Einschaltung des angegebenen pneumographischen Apparates davon überzeugt, dass letztere auf das Auftreten und die Beschaffenheit jener Blutdruckwellen keinen Einfluss nimmt. Die künstliche Ventilation erfolgte mittels des Hering'schen Ventilationsapparates, der durch einen Gasmotor in Gang erhalten wurde.

## I. Scheinbar spontan auftretende periodische Athmungs- und Blutdruckschwankungen.

Eine genauere Betrachtung der in der angegebenen Weise verzeichneten Athmungscurven lehrt, dass die Athembewegungen der Kaninchen sehr häufig einen bald deutlich ausgesprochenen, bald nur leicht angedeuteten Wechsel in der Frequenz oder Tiefe, oder in beidem zugleich und auch in der Mittellage des Zwerchfelles erkennen lassen.

Zuweilen tritt diese Erscheinung nur ab und zu, in unregelmässiger Weise an den Curven hervor, zuweilen ist durch einige Zeit eine periodische Wiederkehr derselben, dann ein Verschwinden und unter Umständen nach einiger Zeit ein neues Auftauchen derselben in periodischer Folge zu constatiren. Die Dauer der einzelnen Perioden ist dann häufig gleich, nicht selten aber lösen Reihen von kürzeren und längeren Perioden einander ab.

Mannigfach sind die Combinationen, welche die drei Grundveränderungen: Wechsel in der Frequenz, der Tiefe der Athembewegungen und der Mittellage des Zwerchfelles mit einander eingehen. Zuweilen wechseln diese Combinationen bei einem und demselben Thiere im Laufe der Beobachtung miteinander ab, zuweilen aber kehrt bei demselben Thiere immer nur die eine Erscheinungsform wieder. Entsprechend der grossen Verschiedenheit der Erscheinungsformen lässt sich keine allgemein giltige Beschreibung dieser Athmungsschwankungen geben. Eine Beschreibung aller einzelnen Combinationen, die ich im Laufe mehrerer Jahre gesehen, würde zu zweckloser Breite der Darstellung führen. Da ich aber die grosse Zahl meiner diesbezüglichen Beobachtungen an gewisse Grundtypen anreihen kann, will ich diese Typen in Kürze kennzeichnen und durch Curvenbeispiele illustriren.

1. Beschleunigung und Abflachung der Athmung, zumeist mit Verrückung der Mittellage des Zwerchfells gegen die Inspirationsgrenze. Häufigster Typus. (Taf. I, Fig. 1, 2, 5, Taf. II, Fig. 1, 4.)

2. Beschleunigung und geringe Vertiefung der Athmung bei gleichzeitiger Verrückung der Mittellage des Zwerchfells gegen die Inspirationsgrenze. (Taf. I, Fig. 3; Taf. II, Fig. 2, 3.)

3. Periodischer Wechsel in der Tiefe der Athemzüge ohne wesentliche Veränderung in der Frequenz und bei sehr geringem Wechsel in der mittleren Zwerchfellslage. (Taf. II, Fig. 4.)

Bei Typus 1 und 2 gibt sowohl die Verbindung der Fuss- als der Gipfelpunkte der Athmungscurven ausgeprägte Wellenlinien, bei Typus 3 sind die Wellenlinien bei Verbindung der Gipfelpunkte deutlicher.

Die Beobachtung der gleichzeitig verzeichneten Blutdruckcurve lehrt, dass jenen durch Verbindung der Fuss- oder Gipfelpunkte der Athmung zu erhaltenden Wellenlinien in der Regel Wellen auf der Blutdruckscurve entsprechen. Diese Wellen stimmen vollständig mit den von S. Mayer geschilderten spontanen Blutdruckschwankungen überein, so dass hinsichtlich ihrer nur auf die von ihm gegebene Beschreibung und auf die Blutdruckscurven auf den vorher angeführten Figuren verwiesen zu werden braucht.

Bei den nach dem ersten und zweiten Typus verlaufenden Athmungsschwankungen fällt der Beginn der Beschleunigung in der Regel in das aufsteigende Stück der Blutdruckswelle, manchmal jedoch auch in das Wellenthal. Letzteres war insbesondere auch in einem Falle zu bemerken, indem auf dem absteigenden Stücke der Welle eine ausgeprägte Verminderung der Frequenz des Herzschlages sichtbar war (Taf. II, Fig. 1), eine Erscheinung, die nur ganz ausnahmsweise zu beobachten ist, da jene wellenförmigen Schwankungen des Blutdruckes in der Regel ohne alle Änderungen in der Frequenz des Herzschlages ablaufen.

Der Eintritt der Verlangsamung der Athmung fällt oft noch in den aufsteigenden Theil der Welle, zuweilen aber auch in den absteigenden.

Treten solche Athmungs- und Blutdruckschwankungen nach wellenlosem Verlaufe der Curven auf, so ergibt sich, dass oft die bei denselben eintretende Senkung unter den früheren Mitteldruck bedeutender ist als die Steigerung. Nicht selten verschwinden die Athmungs- und Blutdruckschwankungen gleichzeitig, um gleichzeitig wiederzukehren, oder sie erfahren gleichsinnige Veränderungen in der Ausprägung (Taf. I, Fig. 1, 3). Zuweilen schwinden die Athmungsschwankungen oder werden undeutlich, während die Blutdruckschwankungen fortbestehen, oder es treten nach längerem schwankungslosen Verlaufe der Curven schön ausgeprägte periodische Blutdruckschwankungen auf, ohne dass deutliche Athmungsschwankungen zu bemerken wären.

Auch bei Thieren, denen das Grosshirn exstirpirt wurde, sind die Athmungs- und Blutdruckschwankungen oft zu finden.[1]

Wie ich schon in meiner Mittheilung über die Athmung bei Erregung sensibler Nerven bemerkte, sieht man den jeweiligen Eintritt der Athmungsbeschleunigung sehr oft mit einem schauerartigen Erzittern der Thiere verbunden. S. Mayer hat bereits früher auf dies Erzittern der Thiere aufmerksam gemacht und nahm an, dass die Schwankungen im arteriellen Blutdrucke, die er regel-

[1] Die einzelnen Perioden sind hiebei gewöhnlich von auffallend langer Dauer. (Taf. III, Fig. 1.)

mässig hiebei beobachtete, durch die Muskelcontractionen beim Erzittern bedingt seien (l. c. p. 8).

Nach seinen Angaben scheint er übrigens diese Erscheinung nur aperiodisch beobachtet zu haben. Ich habe diese Schauer gewöhnlich in Verbindung mit den Athmungs- und Blutdruckschwankungen periodisch wiederkehren gesehen, zuweilen aber auch ein Verschwinden derselben bei Fortbestand der Blutdruck- und Athmungsschwankungen constatiren können, so dass ich erstere nicht als durch die Muskelbewegungen beim Erzittern bedingt ansehen kann.

Wie ich schon in meiner Mittheilung über die Athmung bei Erregung sensibler Nerven erwähnt habe, kann man durch periodische Application sensibler Reize (Krabbeln an der Bauchhaut, Anblasen derselben, Schall, elektrische Nervenreizung u. dgl.) periodische Schwankungen der Athmung und des Blutdruckes (verbunden mit schauerartigem Erzittern der Thiere) von ganz gleicher Beschaffenheit wie die scheinbar spontan auftretenden Schwankungen auslösen. (Taf. II, Fig. 5.)

Beginn der Beschleunigung der Athmung und Blutdrucksteigerung fallen dabei gewöhnlich genau zusammen. Indessen kann man hiebei, wie bei den scheinbar spontanen Schwankungen in einzelnen Fällen auch eine Coïndenz von Athmungsbeschleunigung und Blutdrucksenkung beobachten.

Die vollständige Übereinstimmung dieser künstlich hervorgerufenen Erscheinung mit dem häufigsten Grundtypus der scheinbar spontan auftretenden Athmungs- und Blutdruckschwankungen bestimmt mich zu der Annahme, dass auch die letzteren reflectorisch ausgelöst sind, wobei ich mir denke, dass die abnormen Verhältnisse, unter denen das auf dem Czermack'schen Kaninchenhalter gefesselte Versuchsthier sich befindet, einen dauernden Reiz für die sensiblen Nerven mit sich bringen dürften, der nur zu einer zeitweisen Entladung in den hiedurch erregten Centren führt, eine Ansicht, deren Berechtigung S. Mayer, wie ich oben hervorhob, bereits anerkannt hat.

Dass die Erscheinung aber nicht bei allen Kaninchen zu beobachten ist, die sich unter im Ganzen gleichen Verhältnissen befinden, dass sie auch bei einem und demselben Thiere auftreten und verschwinden, zeitweise schwächer und zeitweise wieder

stärker ausgeprägt sein kann, ohne dass besondere Eingriffe Anhaltspunkte für eine Erklärung dieses Wechsels bieten, spricht nicht gegen diese Annahme, da ja bei verschiedenen Thieren, und selbst bei einem und demselben Thiere im Laufe eines Versuches oft sehr verschieden starke Reaction gegen annähernd gleiche sensible Reize zu beobachten ist. Auch das Auftreten der Erscheinung an Thieren, denen das Grosshirn exstirpirt wurde, ist nicht gegen jene Annahme geltend zu machen, da derartige reflectorische Erregungen der Athmungs- und Kreislaufsorgane und der Skelettmusculatur der Vermittlung des Grosshirns nicht bedürfen. Ebensowenig scheint mir der Umstand gegen jene Annahme zu sprechen, dass ich bei künstlicher Auslösung jener Athmungsschwankungen immer nur den Typus 1 erhielt, da es ja nicht möglich ist, bei einer verhältnissmässig geringen Zahl von Versuchen alle natürlich vorkommenden Interferenzen von Reizabstufung und Erregbarkeit der Centren zu treffen.

Das zeitweise Fehlen der Athmungsschwankungen und das noch häufigere Fehlen des schauerartigen Erzitterns bei deutlichen periodischen Blutdruckschwankungen aber lässt sich recht wohl aus einem in den einzelnen Centren verschieden starken Wechsel der Erregbarkeit erklären, in Folge dessen das eine Centrum auf einen bestimmten Reiz reagirt, die anderen jedoch nicht. Zu Gunsten der oben angeführten Annahme lässt sich dagegen wieder geltend machen, dass die Athmungs- und Blutdruckschwankungen bei Thieren fehlen, die mit Morphium oder Chloral so tief narkotisirt sind, dass Reflexe von den sensiblen Nerven nur mit starken Reizen zu erzielen sind.

## II. Kreislaufsveränderungen bei Erregung sensibler Nerven an nicht vergifteten Kaninchen.

Der Umstand, dass ich sowohl bei der scheinbar spontan auftretenden, als bei der künstlich ausgelösten Athmungsbeschleunigung in einzelnen Fällen nicht Blutdrucksteigerung, sondern Senkung eintreten sah, bestimmte mich, die Wirkungen der sensiblen Erregung auf den Kreislauf überhaupt eingehender zu prüfen. Denn nicht eben so übereinstimmend wie hinsichtlich der Blutdrucksteigerung lauten die Angaben darüber, ob durch Erregung der verschiedensten sensiblen Nerven eine reflectorische

Senkung des allgemeinen arteriellen Blutdruckes hervorgerufen werden kann. Ein Theil der Forscher schreibt depressorische Fasern nur dem Vagus, und hier wieder vorzugsweise dem als Depressor bekannten Aste zu und dann den Empfindungsnerven an der Oberfläche der Eichel und der Zunge, während ein anderer Theil sie den verschiedensten sensiblen Nerven zuerkannte. Letzteres gilt insbesondere von Latschenberger und Deahna, welche behaupten, dass durch Ermüdung die verschiedensten sensiblen Nerven aus pressorischen in depressorische verwandelt werden können. Ebenso wie die Ermüdung soll das Chloralhydrat wirken, wie Cyon zuerst angegeben hat, und später auch Grützner und Heidenhain für das Kaninchen bestätigten, während der Angabe Cyon's, dass Grosshirnexstirpation denselben Erfolg habe, die entgegengesetzte Behauptung Dittmar's und Grützner's und Heidenhain's gegenübersteht.[1]

Latschenberger und Deahna führen ferner selbst (l. c. p. 177) Beobachtungen an, denen zufolge auch beim nicht chloralisirten Thiere und ohne vorhergehende Ermüdung des Nerven die Durchschneidung des Ischiadicus (beim curarisirten Thiere) Blutdrucksenkung herbeiführen kann, und W. J. Belfield fand, dass die Erregung der vom Ganglion mesentericum posticum und vom Sacralplexus zu den Beckenorganen ziehenden Nerven, wenn dieselbe in ihrem Stamme erfolgte pressorische, wenn sie von den peripheren Enden aus durch mechanische Reizung der betreffenden Schleimhäute geschah, aber depressorische Wirkung habe.[2]

Ich selbst habe bei meinen zahlreichen Versuchen an spontan athmenden nicht vergifteten Thieren vom centralen Stumpfe verschiedener Nerven aus, und bei verschiedener Art der Reizung, bald Steigerung, bald Senkung des allgemeinen arteriellen Blutdruckes erhalten.

Ich habe in dieser Richtung anzuführen den Nervus saphenus major, der mit inducirten und galvanischen Strömen geprüft,

---

[1] Vergl. die Literaturnachweise in der oben citirten Arbeit von Latschenberger und Deahna und Grützner und Heidenhain: Einige Versuche und Fragen die Kenntniss der reflectorischen Drucksteigerung betreffend, in Pflüger's Archiv. B. 16, p. 51 ff.

[2] Über depressorische Reflexe erzeugt durch Schleimhautreizung. Archiv von Du Bois-Reymond. Jahrg. 1882, p. 298 ff.

mechanisch und durch den Eigenstrom gereizt wurde.[1] Insbesondere letztere Art der Reizung gab sehr häufig ausgeprägte Senkung des Blutdruckes. (Taf. IV, Fig. 8.)

Bei Verwendung inducirter Ströme erhielt ich öfter durch den Minimalreiz Senkung und bei Verstärkung des Stromes Steigerung. Ebenso erhielt ich vom Lingualis aus gewöhnlich mit schwächeren Strömen Senkung, mit stärkeren aber Steigerung des arteriellen Druckes. Vom Ischiadicus und den Cervicalnerven, sowie vom Facialis am Gänsefuss aus erhielt ich bei Anwendung verschiedenster Reizstärke gewöhnlich Steigerung, zuweilen aber auch Senkung des Blutdruckes. Reizung des Infraorbitalis durch Inductionsströme führte bei Anwendung des Minimalreizes zumeist zur Steigerung, zuweilen aber auch zur Senkung, bei stärkerer Reizung aber immer zur Abnahme der Pulsfrequenz, die in den Fällen, wo sie nicht gar zu intensiv war, stets mit beträchtlicher Steigerung des Blutdruckes verknüpft erschien.

Vom Splanchnicus aus bekam ich in den Fällen, in denen nicht eine sehr ausgesprochene Hemmung des Herzschlages interferirte, stets Steigerung, und vom Depressor aus, immer nur Senkung des Druckes.

Reizung des Laryngeus superior oder inferior führte häufig zur Hemmung des Herzschlages und bald zur Steigerung, bald wieder zur Senkung des Druckes, und zwar zur letzteren zuweilen auch ohne Abnahme der Pulsfrequenz. Bei Reizung des Brustvagus wechselten oft geringe Drucksenkung und Steigerung rasch miteinander ab, zuweilen aber trat Steigerung allein ein.

Ein vorwaltend depressorischer Nerv ist der Glossopharyngeus, bei dessen Erregung ich in der Regel ausgesprochene Senkung des Blutdruckes und nur ausnahmsweise Steigerung erhielt. Häufig tritt bei Erregung dieses Nerven auch ausgesprochene Verminderung der Pulsfrequenz ein, doch ist oft sehr ausgeprägte Senkung des Druckes ohne jede Veränderung in der Schlagzahl des Herzens zu beobachten.

Leichte Reizung des Tastorganes durch Berührung, Anblasen und dergleichen führt bald zur Steigerung, bald zur Senkung

---

[1] Vergl. meinen ersten Beitrag zur Lehre von der Athmungsinnervation. Diese Sitzungsber. 85. Band, III. Abth., März-Heft 1882.

des Druckes. Kräftiges Kneifen des Schwanzes oder Schallreizung bedingt gewöhnlich erheblichere Steigerung des Druckes und nur selten Senkung. Auftropfen von physiologischer Kochsalzlösung auf die Schleimhaut des Kehlkopfes oder der Luftröhre, oder Überfahren derselben mittels eines Schwämmchens bedingt Verminderung der Pulsfrequenz, und in Fällen, wo dieselbe geringfügig oder deren Eintritt durch Atropinisirung ganz verhindert ist, bald geringe Senkung, bald wieder ausgeprägte Steigerung des Blutdruckes. Beim Einführen eines Glasstabes in den After beobachtete ich zumeist leichte Senkung des Druckes, zuweilen aber auch im Gegensatze zu Belfield selbst dann Steigerung, wenn der Stab nicht höher in den Mastdarm hinauf geführt wurde.

Auch bei dem zeitweilig ohne vorhergehende Eingriffe auftretenden Zusammenzucken der Thiere beobachtete ich bald Steigerung, bald intensive Senkung des Blutdruckes.

Nicht selten tritt nach allen den angegebenen Erregungen zuerst eine ganz schwache und kurz dauernde Blutdrucksteigerung und danach eine weit länger anhaltende und viel intensivere Senkung ein. Abgesehen von den vorher besonders hervorgehobenen Fällen laufen diese Blutdruckschwankungen gewöhnlich ohne Wechsel in der Frequenz des Herzschlages ab.

Ausnahmsweise tritt aber auch beim Abschnüren eines anderen Nerven als derjenigen deren centripetale Erregung gewöhnlich Hemmung des Herzschlages herbeiführt, eine mässige Verminderung der Pulsfrequenz ein, ebenso bei kräftigem Kneifen des Schwanzes. In allen solchen Fällen mit Abnahme der Pulsfrequenz ist es aber nothwendig, sich vor der Verwechslung mit den bei Blutdrucksteigerung so leicht eintretenden, auf den Curven oft eine Verlangsamung des Herzschlages vortäuschenden Unregelmässigkeiten der Herzbewegung zu hüten, was bei Latschenberger und Deahna sichtlich nicht der Fall war.

Reizungen, die zu einer aussergewöhnlich starken Steigerung des Blutdruckes führen, rufen nicht selten periodische Schwankungen des Blutdruckes ohne entsprechende deutliche Athmungsschwankungen hervor, oder bedingen dort, wo erstere bereits vorhanden waren, eine stärkere Ausprägung derselben. (Taf. IV,

Fig. 3, 4, 6, 10.) Erfolgt das Ansteigen des Druckes in solchen Fällen allmählig, so können diese Schwankungen schon im aufsteigenden Theil sichtbar werden; andernfalls treten sie erst im absteigenden Theile auf. Letzteres ist insbesondere dann sehr ausgeprägt, wenn der Druck nach der Reizung nicht wie gewöhnlich rasch, sondern nur ganz allmählig wieder auf sein früheres Niveau absinkt.

Als Gesammtergebniss der angeführten Beobachtungen stellt sich heraus, dass bei nicht vergifteten Thieren von den verschiedensten Nerven aus sowohl pressorische als depressorische Wirkungen ausgelöst werden können, dass es aber einzelne Nerven gibt, die ausschliesslich (Depressor) oder vorwaltend (Glossopharyngeus) depressorisch, und andere die ausschliesslich (Splanchnicus) oder vorwaltend (Ischiadicus, Cervicalnerven, Facialis, Infraorbitalis) pressorisch wirken.

Bei den Nerven, welche pressorisch und depressorisch wirken, erhielt ich den Eindruck, dass die letztere Wirkung an die schwächere Reizung gebunden sei, doch konnte ich kein vollständig gesetzmässiges Verhalten in Bezug hierauf feststellen.

Zuweilen war übrigens bei einem und demselben Thiere zu bemerken, dass vorher pressorisch wirkende Reize ohne vorhergängige Ermüdung der betreffenden Nerven plötzlich depressorisch wirkten, und umgekehrt, so dass es nahe liegt, diese Unbeständigkeiten des Erfolges auf Zustandsänderungen des centralen Nervensystems zu beziehen.

Diese Unbeständigkeit macht es aber auch begreiflich, dass auch bei den scheinbar spontan auftretenden periodischen Athmungs- und Blutdruckschwankungen die Athmungsbeschleunigung zuweilen nicht mit der Drucksteigerung, sondern mit der Senkung zusammenfällt. Aus dem Umstande aber, dass Senkung und Steigerung bei ganz gleichen Veränderungen der Athmung auftreten kann, muss weiter erschlossen werden, dass letztere nicht etwa das wesentlich bedingende Moment für die Art der Blutdruckschwankungen seien. Man sieht denn auch bei nicht vergifteten Thieren, bei denen man durch eine mässige, keinerlei Veränderung des mittleren Blutdruckes bedingende Ventilation Apnoe unterhält, auf die angegebenen Reize hin,

ebenso wie bei spontan athmenden Thieren bald Senkung, bald Steigerung des Blutdruckes eintreten.

Auch eine Abhängigkeit der Art der Blutdruckschwankung von der durch die Erregung etwa gleichzeitig hervorgerufenen Contraction von Skelettmuskeln kann ich nicht annehmen. Sehr jähes Zusammenzucken der Thiere treibt wohl gewöhnlich den Blutdruck steil in die Höhe, allein derselbe fällt dann auch sofort steil wieder ab, und der hiedurch entstehende spitze Bogen ist der wellenförmig verlaufenden reflectorisch ausgelösten Blutdruckschwankung aufgesetzt, und leicht von dieser selbst zu unterscheiden. (Taf. III, Fig. 4, bei *z* und Taf. IV, Fig. 11, bei *a*.)

Diese letztere aber fand ich ebenso bei Thieren, die mit lebhaften Bewegungen auf den Reiz reagirten, als bei solchen, die ruhig blieben bald positiv, bald negativ.

Ebenso wenig kann ich die Interferenz psychischer Reflexe als allein massgebend für den Charakter der Blutdruckschwankung ansehen, da ich auch bei Thieren, denen ich die Hemisphären des Grosshirnes extirpirt hatte, bei Reizung des Tastorganes oder der Stämme der bezeichneten sensiblen Nerven bald Steigerung, bald Senkung, ja sehr oft bei schwächerer Reizung eines Nerven Senkung, bei stärkerer aber Steigerung erhielt. Doch muss ich hervorheben, dass bei enthirnten Thieren bei den angegebenen Erregungen weit häufiger Senkung eintrat, als bei nicht enthirnten, und dass die Senkungen unter diesen Umständen stärker, die Steigerungen aber schwächer ausfielen, während Dyspnoe und Reizung der Nasenschleimhaut durch Tabakrauch oder andere flüchtige Substanzen sehr bedeutende Blutdrucksteigerung bewirkte. Wenn ich daher auch nicht mit Cyon die pressorischen Reflexe an die functionelle Integrität des Grosshirnes gebunden ansehen kann, so muss ich doch behaupten, dass letztere das Eintreten pressorischer Reflexe sehr begünstigt.

## III Kreislaufsveränderungen bei Erregung sensibler Nerven an curarisirten Kaninchen.

Die in dem vorhergehenden Capitel geschilderten Versuche legen den Gedanken nahe, dass die Wirkung der Erregung der meisten sensiblen Nerven auf den Blutdruck Ausdruck einer gleich-

zeitigen reflectorischen Reizung der Vasoconstrictoren und Vasodilatatoren sei, und dass der wechselnde Erfolg durch die Interferenz dieser beiden Factoren bedingt sei. Es schien darum angezeigt, zu versuchen, ob man durch Giftwirkungen den einen oder anderen Factor ausschalten und dadurch unter einander übereinstimmende und im Ganzen stärker ausgeprägte Erfolge herbeizuführen vermag. Von diesem Gedanken ausgehend, zog ich zunächst das Chloralhydrat in Anwendung, das nach Cyon, Grützner und Heidenhain pressorische Nerven in depressorische verwandeln soll. Nun habe ich wohl in einzelnen Versuchen gleichfalls nach der Chloralisirung vorher pressorisch wirkende Erregungen depressorische Folgen nach sich ziehen sehen, allein in anderen Versuchen wieder fand ich trotz ebenso weit gediehener Vergiftung mit Chloral die pressorischen Wirkungen, insbesondere bei Anwendung stärkerer Reize erhalten.

Man kann daher nicht behaupten, dass die Chloralisirung das Eintreten pressorischer Reflexe verhindert, sondern nur, dass es wie die Exstirpation des Grosshirnes dasselbe erschwert.

Einheitlicher und im Ganzen weit ausgeprägter als an unvergifteten Thieren fand ich dagegen die Veränderungen des Blutdruckes an Kaninchen, die vorsichtig, gerade nur bis zum Erlöschen der willkührlichen Bewegung, curarisirt waren.

Abgesehen vom Glossopharyngeus und den Vaguszweigen, deren Erregung auch unter diesen Verhältnissen häufig, oder (Depressor) stets zur Blutdrucksenkung führte, bedingten hiebei fast alle sensiblen Erregungen, und zwar selbst bei Thieren, bei denen dieselben Erregungen vor der Curarisirung Blutdrucksenkung bewirkt hatten, Steigerung des arteriellen Druckes.

Die Steigerung fiel unter diesen Bedingungen auch ungleich intensiver aus, und war viel anhaltender als bei nicht vergifteten Thieren, eine Wirkung der Curarisirung, welche schon Grützner und Heidenhain an den Folgen der Anwendung „leiser Hautreize“ erkannt haben (l. c. p. 54—55).

Ich habe diese Erhöhung der Stärke und Dauer der Blutdrucksteigerung auch bei Schallreizung und bei Reizung der Nervenstämme durch den inducirten Strom beobachtet. Der Druck steigt dabei jäh an, und zwar oft zu Höhen, die man bei

unvergifteten Thieren auch mit der intensivsten Reizung nicht zu erzielen vermag. (Taf. IV, Fig. 5.) Besonders auffällig ist aber dabei die lange Dauer und das ganz allmählige Absinken des Druckes. Und bei diesem Absinken ist regelmässig eine sehr deutliche Ausprägung von wellenförmigen, den Traube'schen Wellen gleichenden Blutdruckschwankungen zu beobachten, und zwar auch bei Thieren, die vor der Anwendung jener Reize einen ganz schwankungslosen Curvenverlauf, oder nur Andeutung von Schwankungen erkennen liessen. (Taf. IV, Fig. 7, 9; Taf. III, Fig 5.)

Zumeist flachen sich diese Wellen im allmähligen Absinken des Blutdruckes ganz allmählig ab, so dass nach etwa zehn- bis zwanzigmaliger Wiederholung der Wellenbildung die Curve wieder schwankungslos oder nur mit Andeutung von Schwankungen verläuft. Oft wird aber die fortschreitende Abflachung ohne einen weiteren Eingriff durch eine neuerliche Zunahme der Wellen unterbrochen, bei welcher der erste Gipfel sogar überstiegen werden kann. (Taf. IV, Fig. 9.)

Während des jähen Ansteigens des Druckes, welches der Reizung unmittelbar folgt, ist eine Wellenbildung in der Regel nicht zu beobachten. Unterbricht man aber die Reizung noch während des Ansteigens, was ich insbesondere bei elektrischer Reizung der Nervenstämme öfter ausgeführt habe, so sinkt der Druck zunächst etwas ab, um sich dann neuerdings, und zwar manchmal nicht unwesentlich über die vorher erreichte Höhe zu erheben, so dass also der Gipfel der Curve erst nach der Reizung und unter Wellenbildung erreicht wird. (Taf. IV, Fig 5.)

Nicht selten führen die starken Drucksteigerungen, die unter diesen Umständen eintreten, zur Arhythmie, die dann zuweilen auch bei erheblich abgesunkenem Blutdrucke noch anhält. (Taf. III, Fig. 5.)

Erfolgt die Reizung bei Thieren, bei denen durch ungenügende Ventilation eine mässige dyspnoische Hemmung des Herzschlages bedingt wurde, so tritt einige Zeit nach Beginn der Reizung eine bedeutende, den Reiz zuweilen nicht unerheblich überdauernde Vermehrung der Pulsfrequenz, ohne wesentliche Erhöhung, ja zuweilen bei Erniedrigung des Blutdruckes ein. (Taf. IV, Fig. 12, 13.) Es erscheint danach die bei Aufblasung der

Lungen oder bei Reizung der sensiblen Herznerven[1] zu beobachtende Herabsetzung des Vagustonus nur als ein besonderer Fall eines allgemeiner geltenden Gesetzes, dass die Erregung sensibler Nerven, die bei geringem Vagustonus eine Erregung der herzhemmenden Fasern bedingen kann, bei starkem Vagustonus zu einer Verminderung desselben führt.

Da ganz leichte Berührung des Versuchsthieres und geringes Geräusch oft schon ausreichen, die angegebene Erscheinung herbeizuführen, muss man mit der Bezeichnung periodischer wellenförmiger Schwankungen des Blutdruckes als „spontaner" bei curarisirten Thieren sehr vorsichtig sein.

Wie ich früher schon hervorgehoben habe, ist die Wellenbildung nach sensibler Reizung auch bei unvergifteten Thieren zuweilen zu beobachten, und zwar wie ich hinzufügen muss, auch bei solchen, die durch künstliche Ventilation apnoisch erhalten werden und insbesondere nach Reizung der Nasenschleimhaut bei Thieren, deren herzhemmende Fasern nicht, oder nur schwach wirken, ist diese Erscheinung manchmal sehr ausgeprägt. (Taf. IV, Fig. 1.)

Allein im Ganzen tritt die Wellenbildung unter den angegebenen Versuchsbedingungen doch weit seltener auf, als bei curarisirten Thieren, gewissermassen nur als Ausnahmsfall. Durch Vergiftung mit Morphium in reflexsteigernder Dosis und durch Strychnin konnte ich wohl auch eine gewisse Steigerung der Erscheinung hervorrufen, aber weitaus nicht in der Intensität wie durch Curarisirung.

Es lag nahe, die Regelmässigkeit der Blutdrucksteigerung, ihre Intensität und die hieran sich knüpfende Wellenbildung nach Curarisirung mit Rücksicht auf die Angabe Gaskell's, dass das Curare nur die gefässerweiternden Nerven lähmt, als Folge der Ausschaltung letzterer, oder wenigstens einer Herabsetzung ihrer Erregbarkeit zu erklären.

Indessen wurde mir dies unwahrscheinlich, als ich jene Erscheinung auch bei Thieren eintreten sah, bei denen die Curarisirung gar keine bleibende Veränderung im arteriellen Blut-

---

[1] Vergl. meine Abhandlung über die Folgen der Herzcompression. Naturwissensch. Jahrb. „Lotos" 1881. Prag. F. Tempsky.

druck, oder eine mässige Drucksenkung hervorgerufen hatte. Die weit geringere Wirkung anderer reflexsteigernder Mittel machte es aber andererseits auch unwahrscheinlich, dass es sich bloss um eine Erhöhung der Reflexerregbarkeit durch das Curare handle. So drängte sich mir in Berücksichtigung des Umstandes, dass Erregung des Grosshirnes, wie die vergleichende Beobachtung enthirnter Thiere lehrt, die pressorischen Reflexe begünstigt die Annahme auf, dass eigenthümliche, durch den Zustand der Bewegungsunfähigkeit einerseits, und die Erhaltung des Bewusstseins andererseits bedingte Grosshirnwirkungen bei jener Erscheinung an curarisirten Thieren ins Spiel kommen könnten. Und die Beobachtung an Thieren, denen ich in der von Christiani beschriebenen Weise die Grosshirnhemisphären exstirpirt und dann bis zum Zustande der Bewegungslosigkeit Curare injicirt hatte, bestätigte diese Annahme. Die geringfügigen Hautreize und die Schallreizung, welche an lediglich curarisirten Kaninchen sehr intensive Drucksteigerung erzeugen, riefen unter diesen Umständen keinen, oder nur einen sehr geringen, zumeist depressorischen, und das Abschnüren der Cervicalnerven oder die Erregung dieser Nervenstämme, durch den inducirten Strom einen sehr ausgeprägten depressorischen oder einen schwachen pressorischen Reflex hervor.

Reizung des Ischiadicus mit dem Inductorium bedingte wohl zumeist, aber auch nicht immer, Drucksteigerung; aber diese erfolgte viel träger und in viel geringerem Masse als bei lediglich curarisirten Thieren, und war auch nur selten von deutlicher Wellenbildung begleitet, und zwar auch bei Thieren, bei denen die dyspnoische, oder die durch Reizung der Nasenschleimhaut bedingte Blutdrucksteigerung sehr ausgiebig war, und mit sehr ausgeprägten wellenförmigen Schwankungen einherging.

Diese Beobachtung steht im Widerspruch zu den Angaben von Grützner und Heidenhain, welche bei Thieren, bei denen sie „das grosse Gehirn durch einen Querschnitt, der die Vierhügel und die beiden Pedunculi cerebri dicht vor dem vorderen Rande des Pons Varoli vollständig trennte, von den tiefer liegenden Hirntheilen isolirt hatten, durch Curarisirung ganz denselben Zustand einer Steigerung der Erregbarkeit des gefässverengernden Nervenapparates für leise Hautreize constatiren“ konnten.

Ich habe aber bei sechs Thieren, und zwar bei Verwendung desselben Curare das an Thieren mit intactem Grosshirn regelmässig jenen eigenthümlichen Zustand herbeiführte, diese Erscheinung nach Exstirpation des Grosshirnes vermisst, und kann darum an einem Einfluss des Grosshirnes auf dieselbe nicht zweifeln.

In Übereinstimmung hiemit, fand ich, dass man bei curarisirten Thieren mit intactem Grosshirn, bei denen die Drucksteigerung und Wellenbildung bei schwacher sensibler Erregung sehr ausgeprägt war, durch Chloralisirung diese Erscheinung beseitigen kann, und dass dieselbe auch bei neuerlicher Curarisirung nicht wiederkehrt, wenn auch Dyspnoe und Reizung der Nasenschleimhaut immer noch ein starkes Ansteigen des Druckes und Wellenbildung nach sich ziehen.

## Schlussbemerkungen.

Aus den in den vorliegenden Blättern angeführten Thatsachen geht hervor, dass es sehr schwierig ist, periodische Schwankungen des Blutdruckes, die nicht durch Dyspnoe bedingt sind, mit Sicherheit als nicht reflectorisch ausgelöste zu bezeichnen.

Dies gilt in gleichem Masse für curarisirte, wie nicht curarisirte Thiere, bei welchen letzteren weniger die nur momentan wirkenden zufälligen äusseren Reize als die durch die Fixation bedingten dauernden Erregungen in Betracht zu kommen scheinen, da kurzdauernde Reize bei denselben in der Regel keine periodischen Blutdruckschwankungen, niemals aber periodisch sich wiederholende Athmungsschwankungen hervorrufen.

Dass aber eine dauernde pressorische Erregung nicht zu einer gleichförmig anhaltenden Steigerung des Blutdruckes, sondern zu periodischen Schwankungen desselben führt, dürfte wohl kaum auf dem von Latschenberger und Deahna behaupteten antagonistischen Spiele pressorischer und depressorischer Fasern beruhen, für welches sich kein einigermassen stichhaltiger Beweis erbringen lässt. Ich halte diese Erscheinung im Hinblicke auf den gleichzeitigen Wechsel in den Athembewegungen und der Innervation der Skelettmusculatur vielmehr für ein Anzeichen dafür, dass, wie S. Mayer schon vermuthet

hat, die nervösen Centren disponirt sind, auf dauernde Erregung durch periodische Entladung zu reagiren.

Der Anschauung, dass die Erregung des vasomotorischen Nervensystems hiebei immer nur eine indirecte, etwa vom primär reflectorisch erregten Athemcentrum aus ausgelöste ist, kann ich mich nicht anschliessen, da man nicht allein die periodischen Blutdruckschwankungen an spontan athmenden Thieren häufiger findet als die periodischen Athmungsschwankungen, sondern solche Schwankungen des Blutdruckes auch an Thieren, bei denen die Erregbarkeit des Athemcentrums durch künstliche Ventilation herabgesetzt ist,[1] während des Aussetzens der Ventilation und der nachfolgenden spontanen Athmung (Taf. III, Fig. 2, 3), sowie bei solchen Kaninchen beobachtet, bei denen durch Giftwirkungen oder elektrische Nervenreizung längere Athempausen hervorgerufen wurden. (Taf. IV, Fig. 2.)

---

## Erklärung der Abbildungen.

Die nicht näher bezeichneten Curven geben den Blutdruck durch das Quecksilbermanometer verzeichnet, die mit *R* bezeichneten Curven die Athmung, bei Exspiration in einen geschlossenen Luftraum verzeichnet, wieder.

Die niederen, senkrechten Striche auf der Abscisse markiren Secunden, die höheren, durch eine zweite Horizontale mit einander verbundenen Striche, Eintritt und eventuell Dauer eines Eingriffes.

Die Curven, die sämmtlich von Kaninchen abgenommen wurden, sind von links nach rechts zu lesen. Da die absolute Höhe des Blutdruckes bei den Beobachtungen, um die es sich hier handelt, von untergeordneter Bedeutung ist, wurde die Angabe derselben unterlassen.

---

[1] Vergl. meinen dritten Beitrag zur Lehre von der Athmungsinnervation. Sitzber. der k. Akademie der Wissensch. III. Abth., Juli-Heft, Jahrg. 1882.

## Tafel I.

Fig. 1—5, und

## Tafel II.

Fig. 1—4. Scheinbar spontane, periodische Athmungs- und Blutdruckschwankungen bei nicht vergifteten Thieren.

5. Bei den Reizmarken wurden Athmungs- und Blutdruckschwankungen durch leichtes Krabbeln mit den Fingern am Bauch erzeugt.

## Taf. III.

Fig. 1. Scheinbar spontane Athmungs- und Blutdruckschwankungen bei einem Thiere, dem die Grosshirnhemisphären exstirpirt worden waren.

2. Periodische Blutdruckschwankungen bei einem durch künstliche Ventilation apnoisch gemachten Thiere.

Bei *a* Stillstand des Kymographion und Beginn, bei *b* Aussetzen der künstlichen Ventilation. Bei *S* Schluckbewegung.

3. Dieselbe Erscheinung wie auf Fig. 2. Bei der Marke Aussetzen der künstlichen Ventilation.

4. Reizung des centralen Glossopharyngeus-Stumpfes mit dem Inductionsstrom. Bei *Z* Zusammenzucken des Thieres.

5. Blutdrucksteigerung mit periodischen Schwankungen und Arhythmie, hervorgerufen durch das Einstechen einer Pravaz'schen Spritze in die Bauchhaut bei *a*, bei einem curarisirten, künstlich ventilirten Thiere.

6. Schwankungen durch Interferenz von wechselnder Länge bei ganz gleichbleibendem Rhythmus der Blasungen bei einem curarisirten Thiere, bei dem zu Beginn der künstlichen Ventilation eine im Verlaufe derselben allmählig verschwindende leichte dyspnoische Vaguserregung bestand.

## Taf. IV.

Fig. 1, 3, 4, 6, 10. Blutdrucksteigerung mit periodischen Schwankungen bei nicht curarisirten Thieren; bei Fig. 1 hervorgerufen durch ganz flüchtige Reizung der Nasenschleimhaut durch Chloroform, bei *a*; bei Fig. 3 und 4 bei *a* durch Kneifen am Schwanz (dem Thiere von welchem Fig. 4 abgenommen ist, waren 0·025 Morphium aceticum intravenös injicirt worden); bei Fig. 6 durch Schallreizung bei *a* (das Thier bot nach einer beträchtlichen arteriellen Blutung eine sehr gesteigerte Reflexerregbarkeit dar); bei Fig. 10 durch Elevation des centralen Stumpfes des durchschnittenen Nervus saphenus major bei *a*.

Fig. 2. Bei *a* wellenförmige Schwankungen des Blutdruckes während exspiratorischer Athmungspausen bei einem durch die intravenöse Injection von 0·04 Morphium acet. narcotisirten Thiere.

5. Blutdrucksteigerung mit wellenförmigen Schwankungen, hervorgerufen durch die Reizung des centralen Stumpfes eines Cervicalnerven mit dem Inductionsstrome bei einem curarisirten Thiere.

7. Dieselbe Erscheinung, hervorgerufen durch leichtes Krabbeln am Bauche bei *a*, bei einem curarisirten Thiere.

9. Dieselbe Erscheinung, hervorgerufen durch Schallreizung bei *a*, bei einem curarisirten Thiere.

8. Blutdrucksenkung bei Elevation des Nervus saphenus major bei *a*, bei demselben Thiere, von dem die kurz vorher gewonnene Fig. 10 herstammt.

11. Bei *a* Abschnüren des Nervus saphenus major bei Zusammenzucken des Thieres.

12 und 13. Reizung eines Cervicalnerven bei einem curarisirten Thiere, bei welchem durch Einschränkung der künstlichen Ventilation eine leichte dyspnoische Vaguserregung erzeugt war.

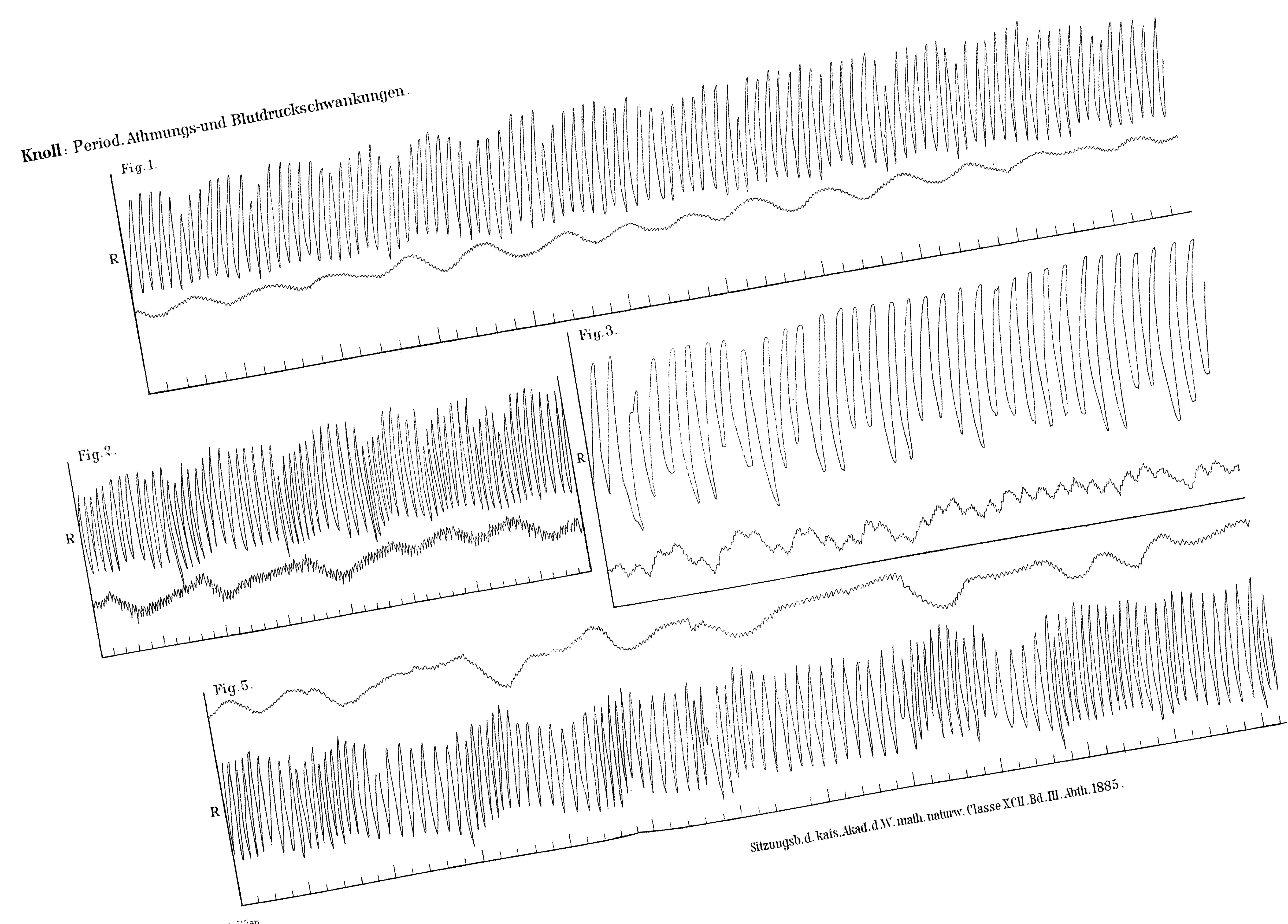

Knoll: Period. Athmungs-und Blutdruckschwankungen.
Fig. 1.
R
Fig. 2.
R
Fig. 3.
R
Fig. 5.
R
Sitzungsb. d. kais. Akad. d. W. math. naturw. Classe XCII. Bd. III. Abth. 1885.
Lith. v. F. Schima in Wien

Fig. 1.

R

Fig. 2.

R

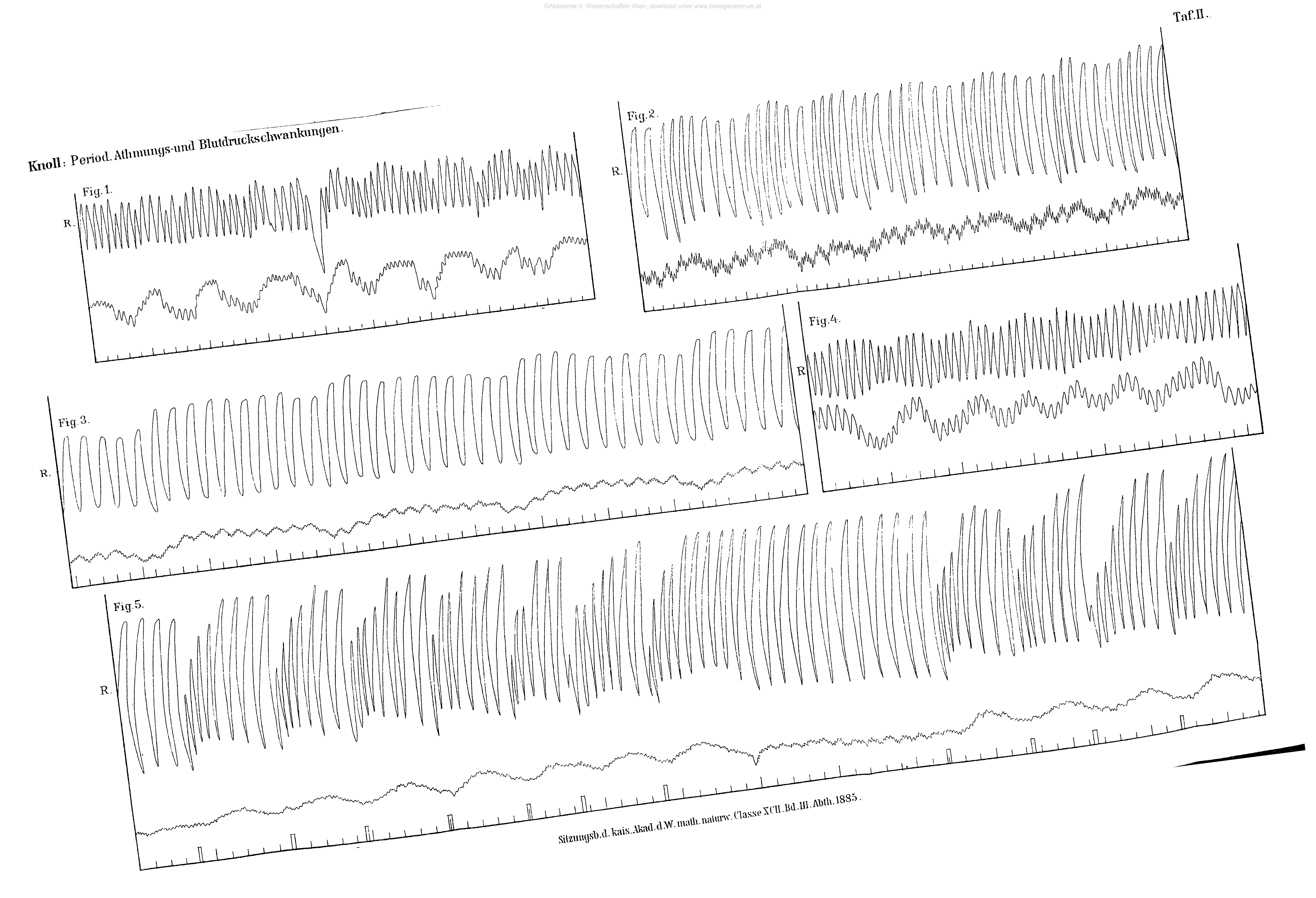
Fig. 3.

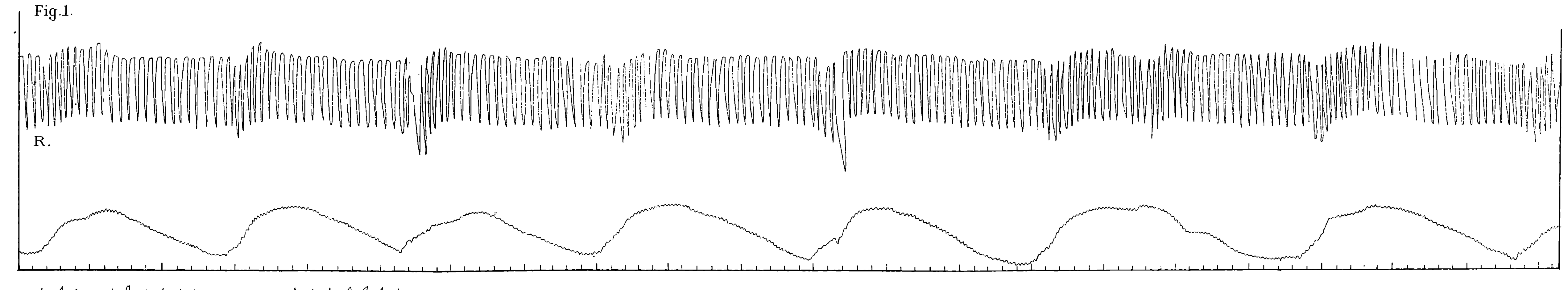
R

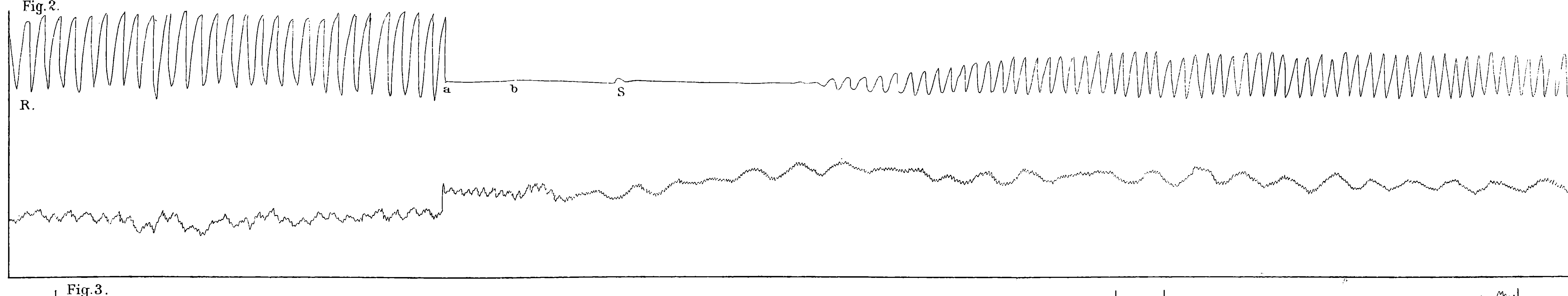
Fig. 5.

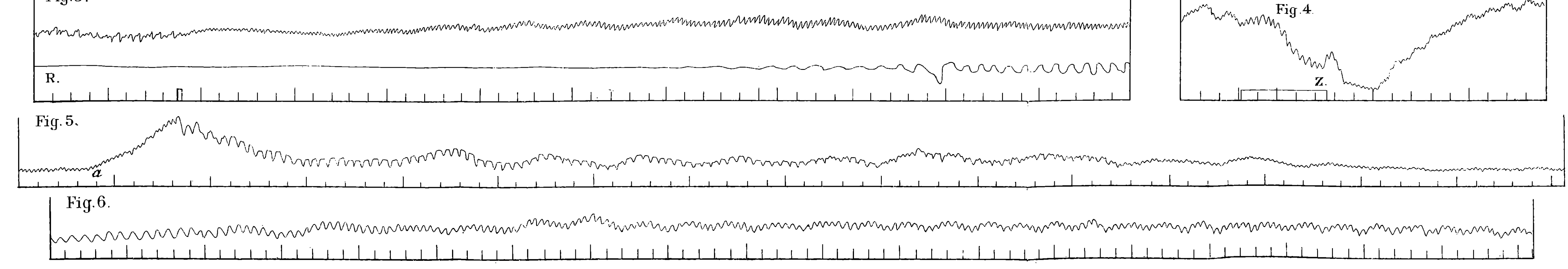
R

Lith. v. F. Schima in Wien

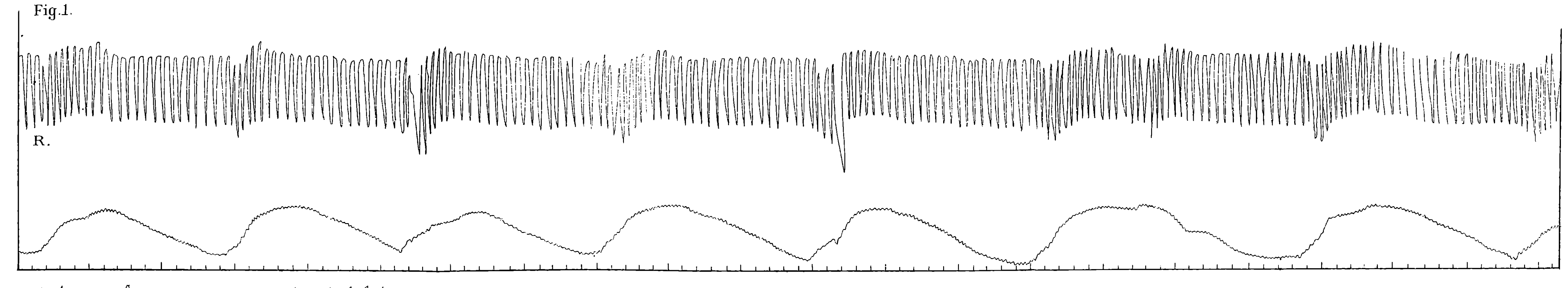

Knoll: Period. Athmungs-und Blutdruckschwankungen.
Fig. 1.
R.
Fig. 2.
R.
Fig. 3.
R.
Fig. 4.
R
Fig. 5.
R.

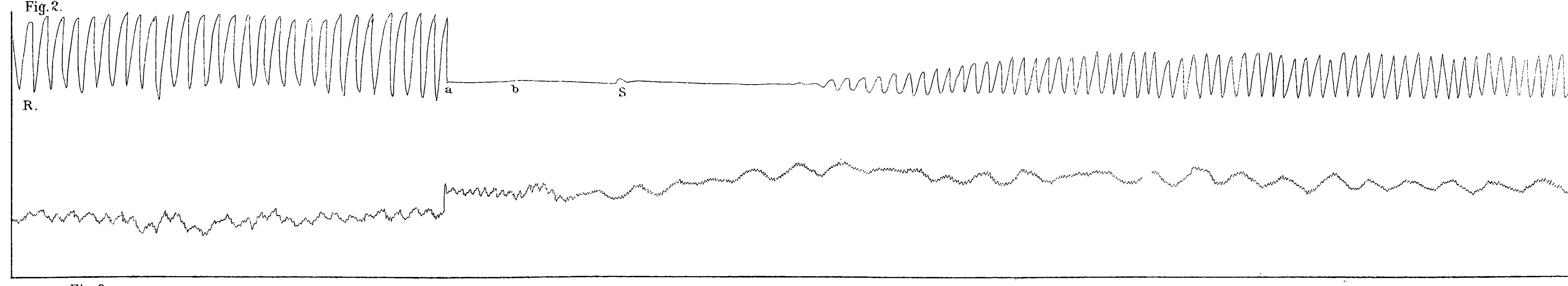


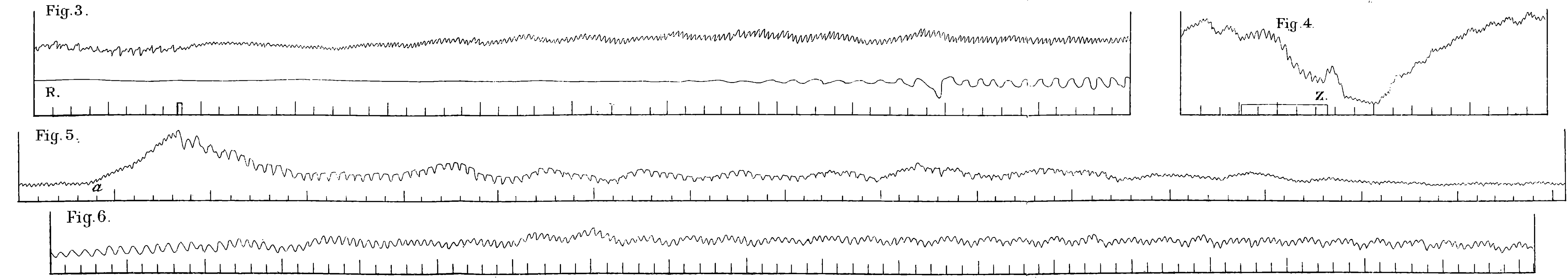




Lith. v. F. Schima in Wien. Druck v. J. Barth in Wien.




Lith. v. F. Schima in Wien. Druck v. J. Barth in Wien.

Fig 1

R.

a

Fig 2

R

Fig. 3.

a

Fig. 4.

a

Fig. 6

R.

a

a

Fig. 7.

a

Fig. 8.

R

a

Fig. 9.

a

Fig. 10.

R

a

Fig. 11.

a

Fi